

F+E – Projekt: Langzeituntersuchung von Verkehrsflachen aus Dranbeton

Bericht: Einsatz im Straßenbau (Werksstraße)

**Auftraggeber: Forschungsgemeinschaft Transportbeton e.V. (FTB)
Kochstraße 6-7
10969 Berlin**

Inhaltsverzeichnis

1 Projektzusammenfassung

2 Gesteinskörnungen

2.1 Korngrößenverteilung

3 Zusatzmittel

3.1 Mörtelversuche

4 Prüfvorschriften

5 Vorversuche Labor

5.1 Betonzusammensetzung

5.2 Frischbetonkennwerte

5.3 Festbetonkennwerte

6 Betonage der Werksstraße

6.1 Schematische Darstellung des Schichtaufbaus

6.2 Einbau des Betons

6.3 Frischbetonkennwerte

6.4 Herstellung / Lagerung der Probekörper

6.5 Festbetonkennwerte

7 Begutachtung / Langzeittauglichkeit

7.1 Bohrkerne

7.2 Rissdokumentation

8 Dränbeton Handeinbau

8.1 Handeinbau

8.2 Sanierungsmöglichkeit

9 Fazit und Ausblick

Anlage: Wasserdurchlässigkeitsprüfungen an den Parkflächen und der Werksstraße

1. Projektzusammenfassung

Im April 2013 wurde der 2. Teil des FTB-Projektes *"Langzeituntersuchung von Verkehrsflächen aus Dränbeton"* mit der Erprobungsstrecke aus Dränbeton realisiert. Es handelte sich hierbei um die Werksstraße vor dem Wilhelm Dyckerhoff Institut (WDI) auf dem Gelände der Dyckerhoff GmbH in Wiesbaden. Grundlage für die Betonzusammensetzung mit den Zementen CEM III/A 42,5 N und CEM II/B-S 52,5 R war das FGSV-Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen (M VV) /1/. Zum Einsatz kamen hier die Varianten Fläche 3 und 4 (siehe Abb. 1) mit Polymer, Fasern und Zusatzmittel. Die Schichtdicke von 23 cm (Breite ca. 5 m, Länge ca. 130 m) ergab sich aus der Tabelle 6.1 des Merkblattes *„Aufbau und Dimensionierung von Dränbetonschichten mit und ohne Polymerzusatz“* in Anlehnung an die RStO, Tafel 2. Der Einbau mit einem modifizierten Straßenfertiger erfolgte einschichtig. Die Straße wurde am 10. und 11. April 2013 betoniert.

Die Werksstraße wird über einen Zeitraum von 5 Jahren bez. ihrer Eigenschaften überprüft (primär Dauerhaftigkeit, Wasserdurchlässigkeit).

Ein weiterer Bericht hierzu wird im Jahr 2018 folgen.

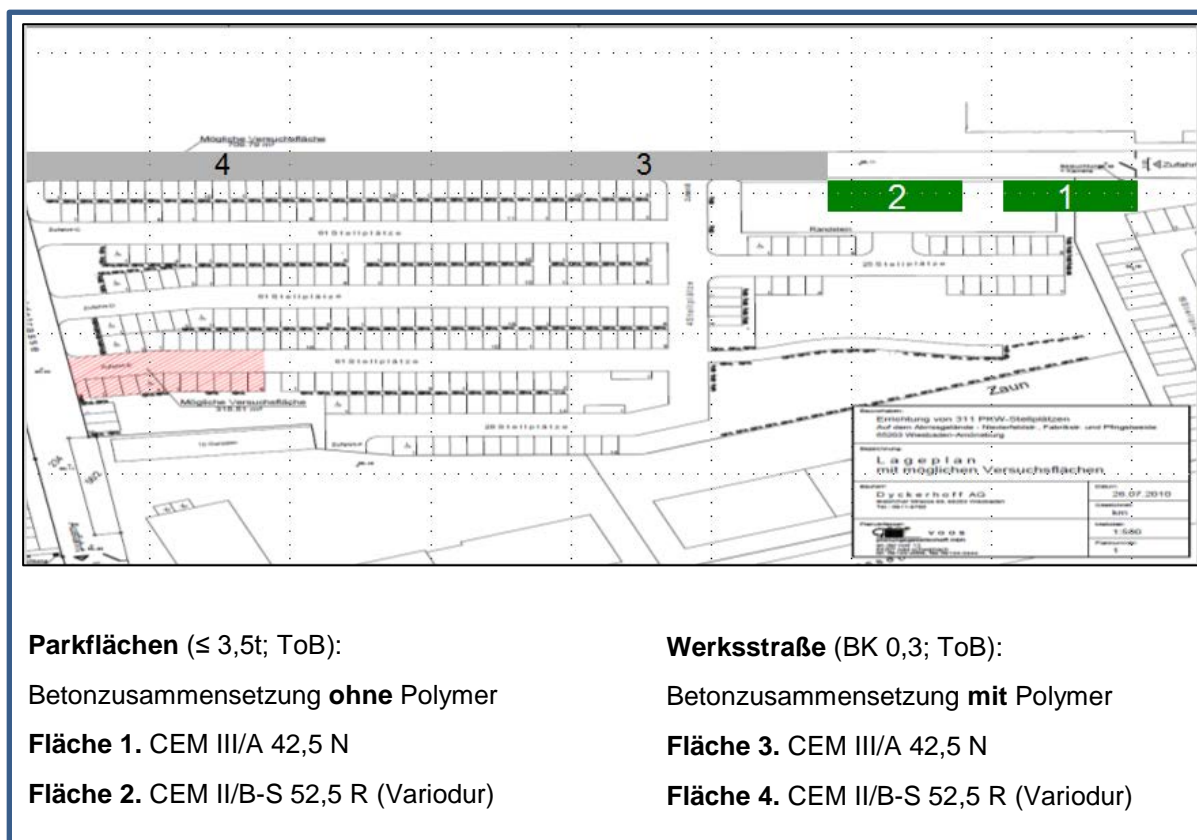


Abb. 1: Lageplan der Versuchsflächen (Jahr 2011: Flächen 1 + 2; Jahr 2013: Flächen 3 + 4)

2. Gesteinskörnungen

2.1 Korngrößenverteilung:

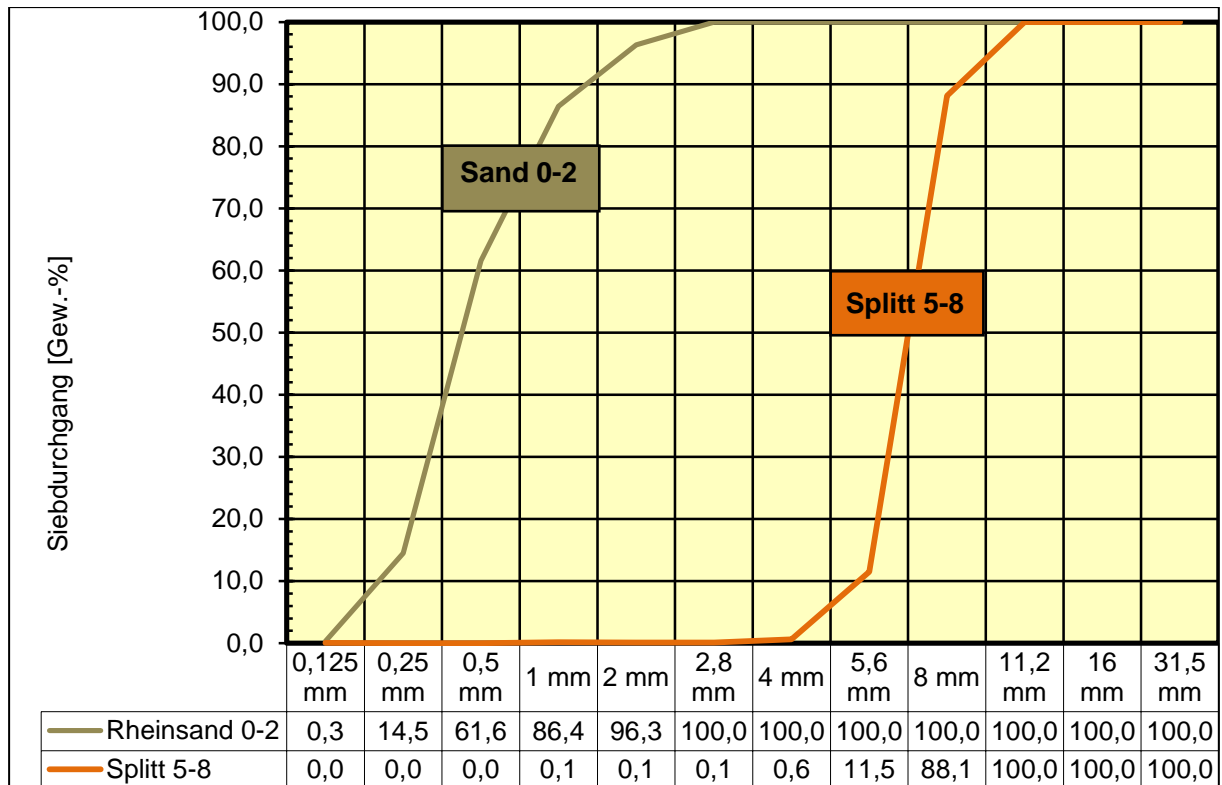


Diagramm 1: Korngrößenverteilung der verwendeten Gesteinskörnungen

Die hier verwendeten Gesteinskörnungen (fGK, Rheinsand 0-2 mm; gGK, Splitt 5-8 mm) werden in dem am Projekt beteiligten Betonmischwerk regelmäßig verwendet. Die gewählte Korngrößenverteilung des Körnungsgemisches entsprach den Vorgaben des FGSV-Merkblattes /1/.

3. Zusatzmittel

Folgende für Dränbeton typischen Zusatzmittel wurden für die Vorversuche verwendet:

- ViscoFlow 20 (20 % Feststoffgehalt)
- Glenium 641 (23 % Feststoffgehalt)
- ADVA Exp AB (34 % Feststoffgehalt)
- Glenium 51 (35 % Feststoffgehalt)

3.1 Mörtelversuche:

Im Vorfeld wurden Zusammensetzungen für den Dränbeton mit Polymer entwickelt. Hier bestand das Problem der kurzen Verarbeitungszeit. Deshalb wurden für die Rezepturen mit den Zementen CEM III/A 42,5 N und CEM II/B-S 52,5 R geeignete Zusatzmittel gesucht. Hierfür wurden 450 g Zement und 1350 g Normsand verwendet. Die Grundkonsistenz ohne Zusatzmittel wurde auf 16 cm nach 10 Minuten mit Wasser eingestellt. Die Dosierungen der Zusatzmittel betragen 0,3 und 0,5 % v.Z. Der Wirkstoffgehalt wurde an den Wassergehalt angerechnet. Der Konsistenzverlauf wurde über 60 min bestimmt.

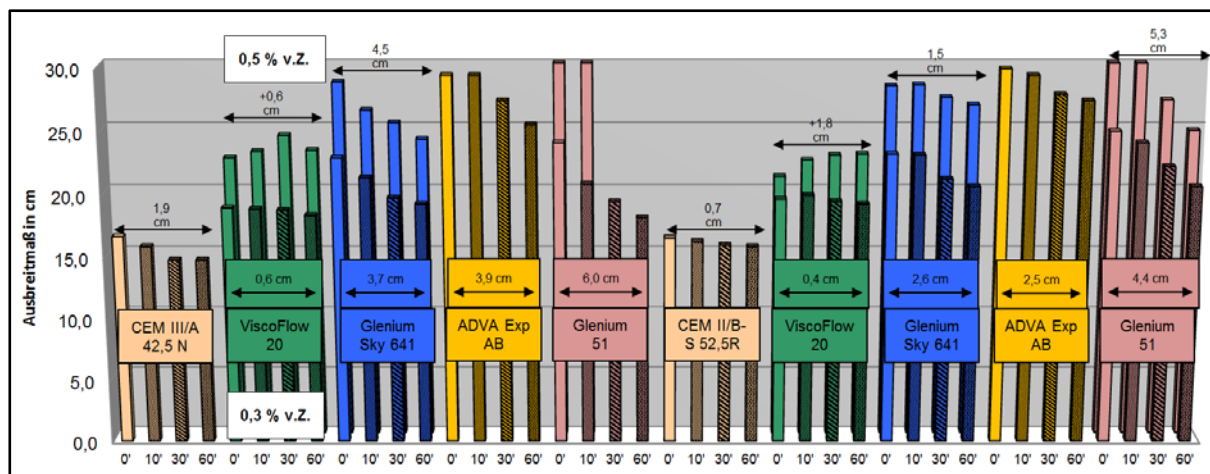


Diagramm 2: Übersicht der Mörtelprüfungen

Es ergab sich, dass sich mit ViscoFlow 20 für beide Zementarten vergleichbare Konsistenzen und aufgrund der kaum feststellbaren Abnahme des Ausbreitmaßes die längste und damit beste Verarbeitungszeit einstellte, daher wurde dieses ZM auch für die Ausführung der Versuchsstrecke benutzt..

4. Prüfverfahren

In diesem Kapitel werden die durchgeführten Prüfverfahren aufgelistet. Diese dienen der Bestimmung der Charakteristik des Dränbetons. Im Folgenden sind aufgeführt:

- Druckfestigkeit nach DIN EN 12390-3
- Biegezugfestigkeit nach DIN EN 12390-5 (Abb. 2)
- Spaltzugfestigkeit nach DIN EN 12390-6
- E-Modul nach DIN 1048-5
- zugänglicher Hohlraumgehalt in Anlehnung an DIN EN 12390-7 (Abb. 3)
- Wasserdurchlässigkeit nach „Richtlinie für die Herstellung und Güteüberwachung von wasserdurchlässigen Pflastersteinen aus haufwerksporigem Beton (10.95)“ (Abb. 4)
- Wasserdurchlässigkeit an den Versuchsflächen nach DIN 18035-6 (Abb. 5)
- Frost-Tausalz-Beständigkeit nach dem modifizierten Verfahren von Wacker Chemie (Abb.6)



Abb. 2: Biegezugfestigkeit



Abb. 3: Tauchwägung für den Hohlraumgehalt



Abb. 4: Wasserdurchlässigkeit Pflasterstein



Abb. 5: Wasserdurchlässigkeit der eingebauten Fläche



Abb. 6: mod. Verfahren Frost-Tausalzbeständigkeit

5. Vorversuche Labor

5.1 Zusammensetzung:

Folgende Betonzusammensetzung wurde auf Grundlage des FGSV-Merkblattes /1/ gewählt:

| | | |
|------------|---|-----------------------|
| Zement: | CEM III/A 42,5 N bzw. CEM II/B-S 52,5 R | 350 kg/m ³ |
| Wasser: | | 70 kg/m ³ |
| Additiv 1: | Etonis 260 | 62 kg/m ³ |

| | | |
|------------------|----------------------|-----------------------|
| Additiv 2: | Dolanit Typ 18 6 mm | 2 kg/m ³ |
| Additiv 3: | ViscoFlow 20 | 1,4 kg/m ³ |
| Gesteinskörnung: | fGK Rheinsand 0-2 mm | 5 M.-% |
| | gGK Splitt 5-8 mm | 95 M.-% |

Die ersten Betonzusammensetzungen wurden bei einem Hohlraumgehalt von 18 Vol.-% erstellt. Aufgrund der geforderten Biegezugfestigkeit von 4 MPa musste der Hohlraumgehalt auf 15 Vol.-% reduziert werden. Im Ergebnis zeigte sich, dass sich die beiden Rezepturen mit unterschiedlichen Zementen nicht wesentlich in ihren diesbezüglichen Eigenschaften unterschieden (siehe Diagramm 3 ff). Deshalb wurde nur die Rezeptur mit CEM III/A 42,5 N bei einem Hohlraumgehalt von 15 Vol.-% überprüft.

5.2 Frischbetonkennwerte:

| Lfd.-Nr. | Bezeichnung | Wasser | | Sieblinie | Frischbeton Temperatur | Konsistenz Verdichtungsmaß | | | |
|------------|---|--------|----------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------|--|----------|
| | | Gehalt | w/z-Wert | | | 10 min | 30 min | 60 min | 90 min |
| 12-282-1 | Deckschicht mit Polymer | 70 l | 0,277 | 5% 0-2 95% Splitt 5-8 | 22,0°C | v = 1,30 | v = 1,34 | v = 1,35 | v = 1,32 |
| 12-282-1.1 | | 65 l | 0,263 | | 22,3°C | v = 1,30 | v = 1,34 | sah trockener aus als 12-282/1.1 Leim fehlt-> PK sehen gut aus | |
| 12-282-1.2 | | 65 l | 0,263 | | 24,3°C | v = 1,17 | ? | | |
| 12-282-2 | Deckschicht mit Polymer | 75 l | 0,291 | 5% 0-2 95% Splitt 5-8 | 22,1°C | v = 1,23 | v = 1,25 | v = 1,31 | v = 1,33 |
| 12-282-2.1 | | 70 l | 0,277 | | 22,8°C | v = 1,27 | v = 1,39 | sah trockener aus als 12-282/2.1 Leim fehlt-> PK sehen gut aus | |
| 12-282-2.2 | | 70 l | 0,277 | | 23,7°C | v = 1,34 | v = 1,24 | | |
| 12-282-3.1 | s. Mischung 1 mit 15% Hohlraumgehalt | 70 l | 0,277 | 5% 0-2 95% Splitt 5-8 | 22,0°C | v = 1,34 | v = 1,41 | | |
| 12-282-3.2 | | 70 l | 0,277 | | 22,2°C | v = 1,32 | v = 1,37 | | |

Tab. 1: Frischbetonkennwerte

Die gewünschte Konsistenz für den Einbau (Verdichtungsmaß = 1,30 – 1,34, steif, C1) wurde im Wesentlichen erreicht (visuelle Darstellung siehe Abb. 7 bis 14).



Abb. 7-10: Konsistenzverlauf CEM III/A 42,5 N

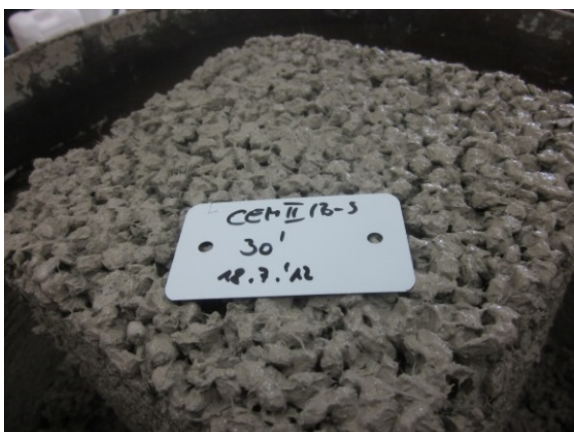


Abb. 11-14: Konsistenzverlauf CEM II/B-S 52,5R

5.3 Festbetonkennwerte:

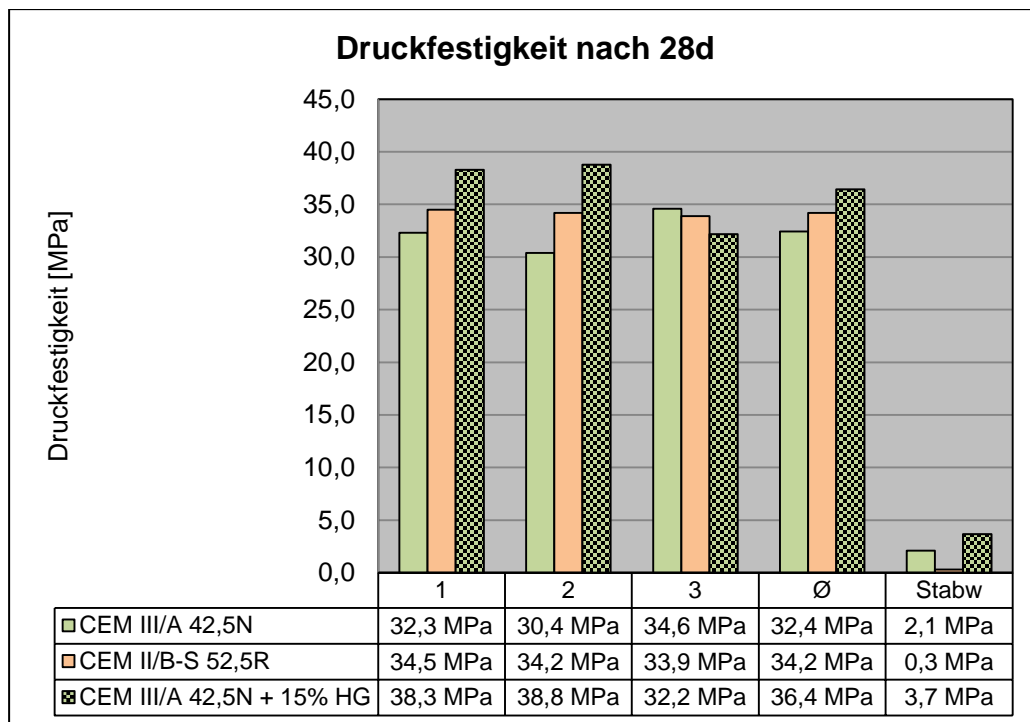


Diagramm 3: Druckfestigkeiten (2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 Probekörpern)

Gewählte Druckfestigkeitsklasse für DBD: C25/30 (Vorhaltemaß: 3-5 MPa)

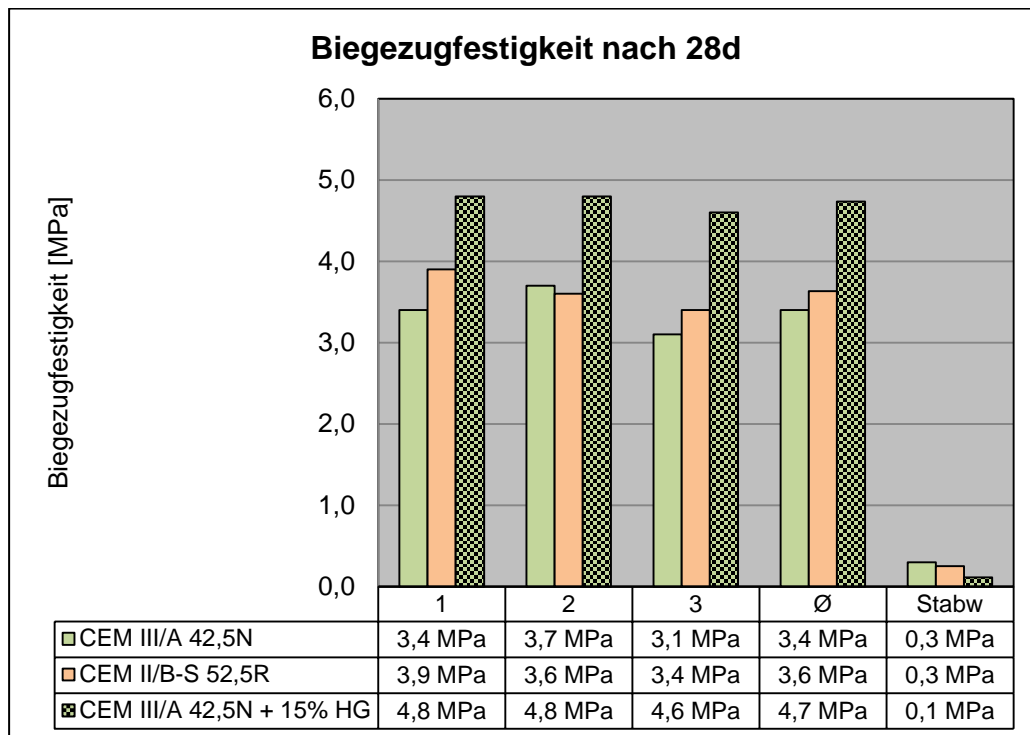


Diagramm 4: Biegezugfestigkeiten (2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Gewählter Mindestwert der Biegezugfestigkeit für DBD - Erprobungsstrecke: 4,0 MPa

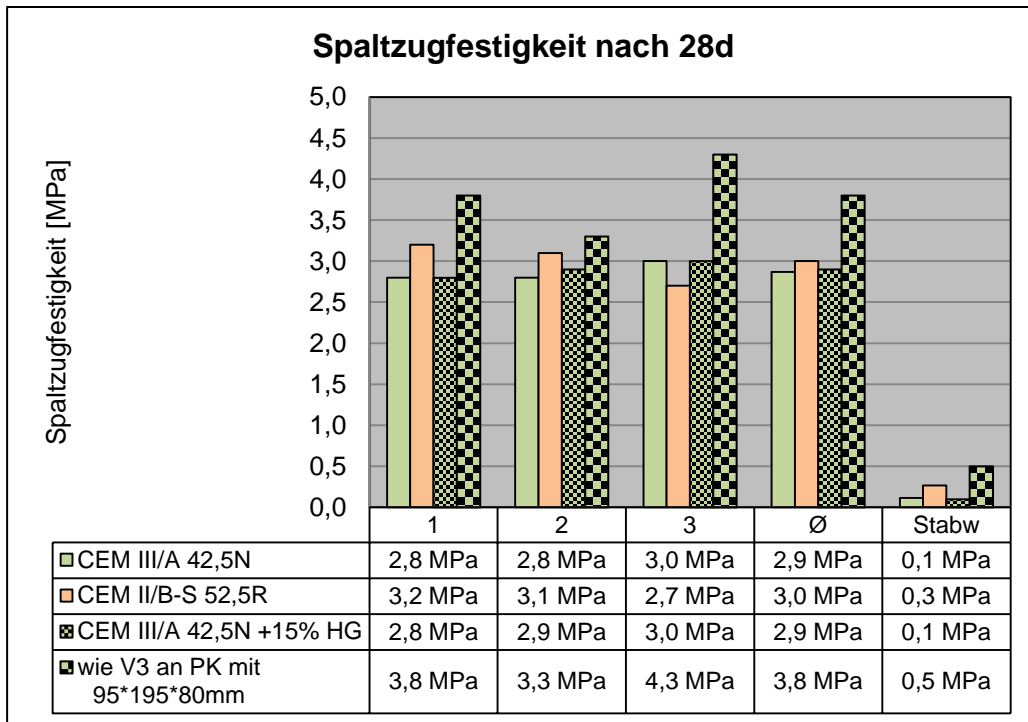


Diagramm 5: Spaltzugfestigkeiten (2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Gewählter Mindestwert der Spaltzugfestigkeit für DBD - Erprobungsstrecke: 2,7 MPa

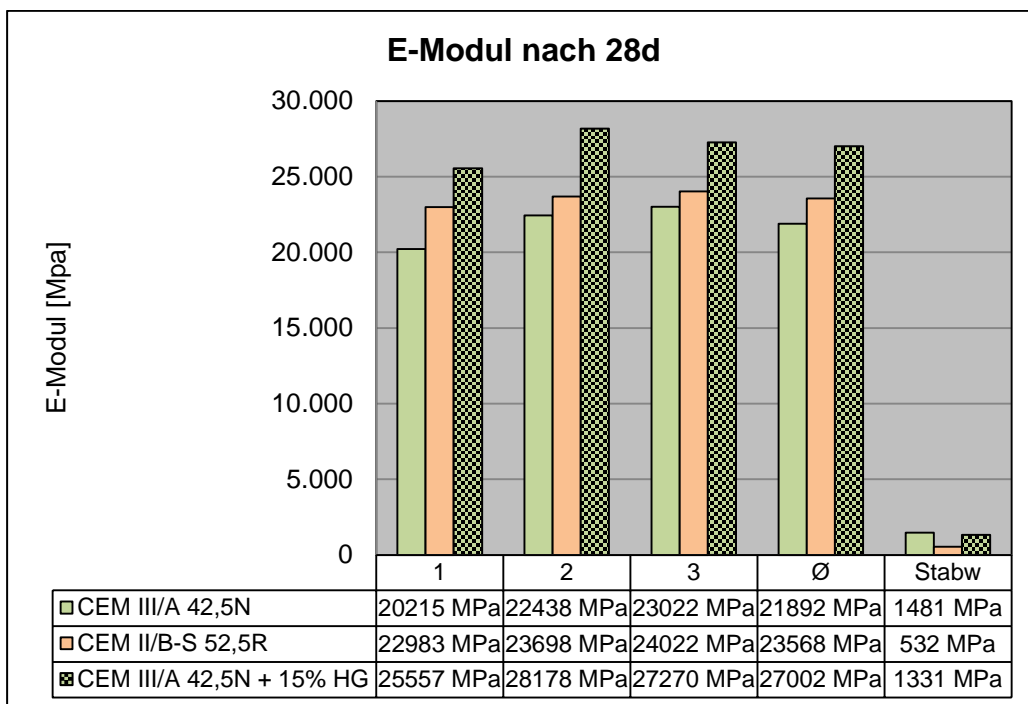


Diagramm 6: E-Modul (2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

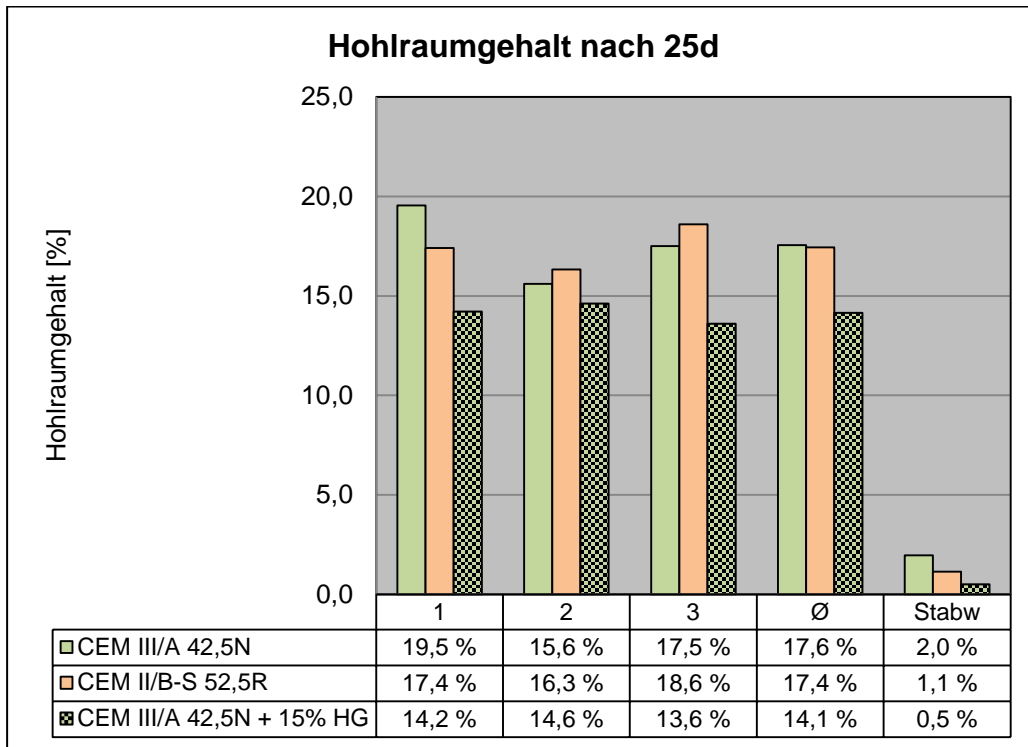


Diagramm 7: Hohlraumgehalte (2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Empfohlener Hohlraumgehalt gem. FGSV-Merkblatt /1/: ≥ 15 Vol.-%

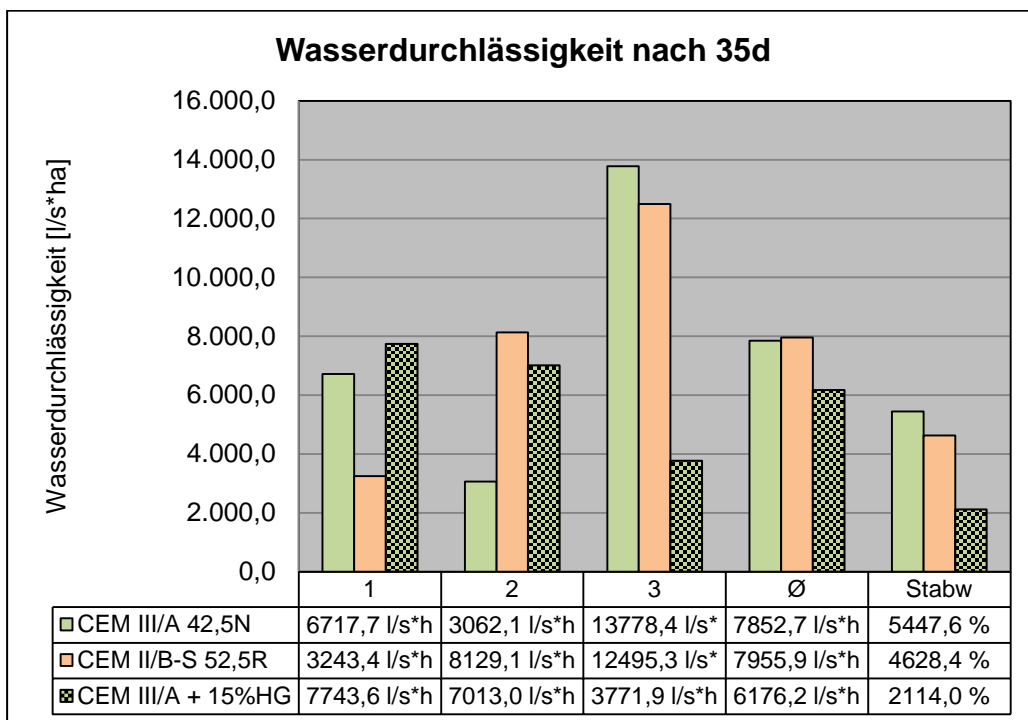


Diagramm 8: Wasserdurchlässigkeiten (2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Mindestwert der Wasserdurchlässigkeit gem. FGSV-Merkblatt /1/: $k_f \geq 5 \times 10^{-5}$ m/s

6. Ausführung der Werksstraße

(Fabrikstraße, 65203 Wiesbaden/Ortsteil Mainz-Amöneburg)

6.1 Schematische Darstellung des Schichtenaufbaus

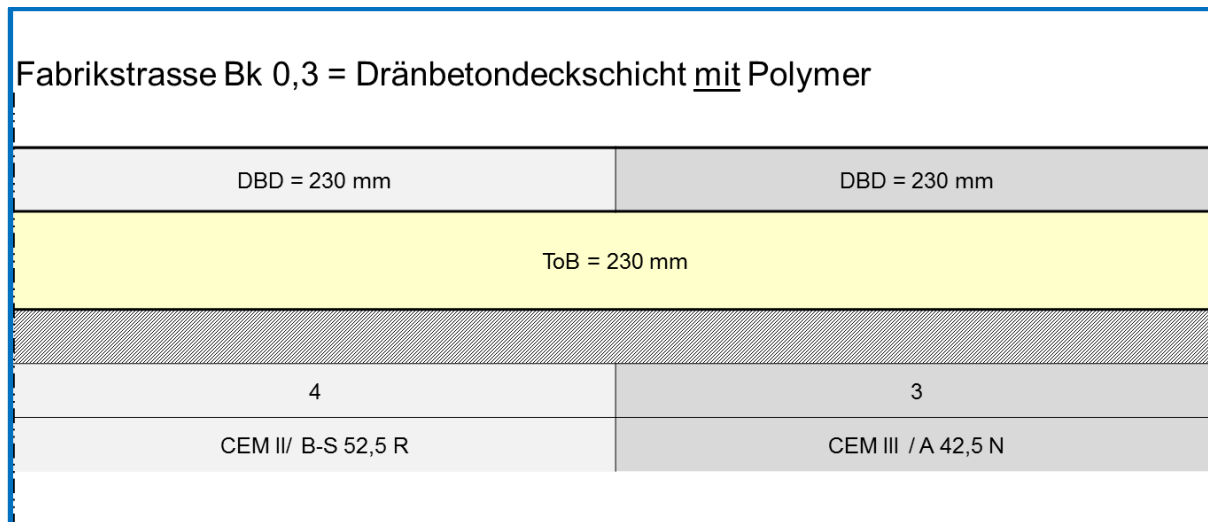


Abb. 15: Schichtenaufbau der Fabrikstraße

Bk: Belastungsklasse
DBD: Dränbetondeckschicht
ToB: Tragschicht ohne Bindemittel

6.2 Einbau des Betons

Am 10. und 11. April 2013 wurde vor dem Gebäude des Wilhelm Dyckerhoff Institutes (WDI) neben den bereits bestehenden Versuchsflächen (Parkflächen) eine 130 m lange und 4,90 m breite Straße mit einer Dränbetondeckschicht gebaut (Abbildungen 16 bis 23). Die Straße wird neben PKWs auch von LKWs befahren und ist daher der Belastungsklasse 0,3 zuzuordnen. Gemäß den RStO /2/ entspricht die Straße einer Wohngebietsstraße.

Der Dränbeton wurde mit einer Dicke von 23 cm auf eine wasserdurchlässige, ebenfalls circa 23 cm dicke Tragschicht ohne Bindemittel (ToB) eingebaut. Die Deckschicht wurde fugenlos eingebaut und **nicht** nachträglich gekerbt bzw. geschnitten. Für den Straßenabschnitt Fläche 3 wurde Normzement CEM III/A 42,5 N, für die Fläche 4 Normzement CEM II/B-S 52,5 R verwendet(s. Abbildung 15). Der Beton wurde jeweils mit Polymerzugabe hergestellt.

Den Einbau des Betons übernahm eine Asphaltstraßenbaukolonne, die vorher bezüglich des Themas Dränbeton geschult wurde. Die Betonage erfolgte mit einem eigens für den Beton-einbau modifizierten Asphalt-Straßenfertiger (Abbildung 17). Die Bohlenteile und die Auflagenflächen wurden so verändert, dass keine nachteiligen Bohlenabdrücke auf dem Beton zustande kommen. An beiden Seiten des Straßenfertigers wurde ein Rollensystem angebracht, damit die Bohle nicht absinken kann (Abbildung 18). Die 23 cm dicke Dränbetondeckschicht wurde ohne Straßenwalzen ausschließlich durch die Tampertechnik der modifizierten Einbaubohle verdichtet.

Die Aussparungen für die aufzubringenden Schachtringe und die Hydrantenschieber wurden per Hand ausgeführt (Abbildungen 19 und 20).

Zur Nachbehandlung wurde die komplette Straße unmittelbar nach dem Einbau mit feuchten Vliestüchern und PE-Folien für 14 Tage abgedeckt (Abbildung 21).



Abb. 16: Blick auf die ungebundene Tragschicht



Abb. 17: Modifizierter Asphalt-Straßenfertiger



Abb. 18: Rollensystem an der Einbaubohle des Fertigers



Abb. 19: Aushub der Aussparung für Schachtring



Abb. 20: Einbau eines Schachtringes



Abb. 21: Abdeckung der Oberfläche mit Folie unmittelbar nach dem Einbau (Nachbehandlung)

6.3 Frischbetonkennwerte

Der Transport des Dränbetons erfolgte für die Erprobungsstrecke sowohl in üblichen Transportbeton-Fahrmischern (Abbildung 22) als auch in offenen, gegen Verdunstung durch Abdeckung geschützten, 3- und 4-achsigen Kippern (Abbildung 23).



Abb. 22: Fahrmischer - Transport



Abb. 23: Kipper - Transport (abgedeckt mit Plane)

Von jedem Fahrzeug wurden sowohl im Transportbetonwerk als auch auf der Baustelle Proben für die Konsistenzbestimmung entnommen, es wurden die Betontemperatur, das Verdichtungsmaß und das Ausbreitmaß bestimmt (siehe Anlage 2). Es zeigte sich, dass das Ausbreitmaß für die Bewertung der Verarbeitbarkeit des Dränbetons kein geeignetes Prüfverfahren darstellt.



Abb. 24: Frischbeton



Abb. 25: Verdichtungsmaß



Abb. 26: Ausbreitmaß

6.4 Herstellung / Lagerung der Probekörper

Auf ca. 65 m wurde zuerst eine Betonzusammensetzung mit CEM III/A 42,5 N (HOZ Doppel, Fläche 3) verwendet und auf weiteren ca. 65 m eine Betonzusammensetzung mit CEM II/ B-S 52,5 R (Fläche 4) mit jeweils 350 kg/m^3 . Von den Mischungen für die Flächen 3 und 4 wurde Beton für Probekörper entnommen. Es wurden je Mischung 3 Würfel ($150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$), 3 Balken ($700 \times 150 \times 150 \text{ mm}$) und 3 Zylinder ($\varnothing 150 \times 300 \text{ mm}$) hergestellt. Die Probekörper für die Prüfungen Spaltzugfestigkeit, Frost-Tausalz-Beständigkeit und Wasserdurchlässigkeit wurden aus Teilstücken des geprüften Biegezugbalkens entnommen.



Abb. 27: Probekörperformen



Abb. 28: Befüllung und Verdichtung der Probekörper

Die Herstellung der Probekörper erfolgte gem. der rechnerisch ermittelten Rohdichte. Entsprechend der Frischbetonrohichte wurde die erforderliche Füllmenge in die Form mit Aufsatzrahmen bei laufendem Hochfrequenzrütteltisch (Frequenz: 50 Hz) eingefüllt und voll-

ständig verdichtet. Zur Fertigstellung der Oberfläche wurde eine Auflast (12 kg Masse) mit Höhenanschlag verwendet, an der eindeutig sichtbar ist, wann das Prüfgefäß eben und bündig gefüllt ist (Abb. 28).

Die Probekörper wurden direkt nach der Herstellung mit feuchten Tüchern und Folie abgedeckt (Abb. 29). Nach einem Tag wurden die Probekörper ausgeschalt und in feuchten Tüchern mit Folie gelagert (Abb. 30). Hiermit wurde die notwendige Nachbehandlung des Dränbetons sichergestellt. Nach sieben Tagen kamen die Probekörper in die Klimakammer bei 20 °C und einer Feuchtigkeit von 65% r. F. Diese wurden dann nach 28 Tagen aus der Klimakammer entnommen und geprüft.



Abb. 29: Probekörper nach Herstellung



Abb. 30: Probekörper nach Ausschalen

6.5 Festbetonkennwerte

Die nachfolgenden Diagramme 9 bis 15 zeigen die an den Probekörpern ermittelten Kennwerte:

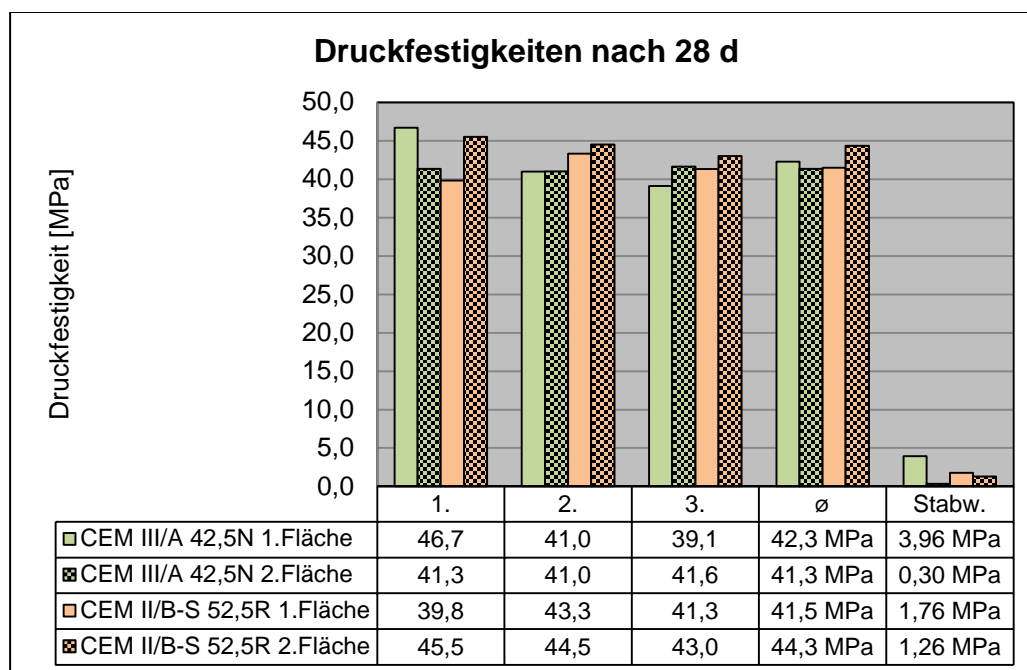


Diagramm 9: Druckfestigkeiten (2 Einbauf lächen, 2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Gewählte Druckfestigkeitsklasse für DBD - Erprobungsstrecke: C25/30

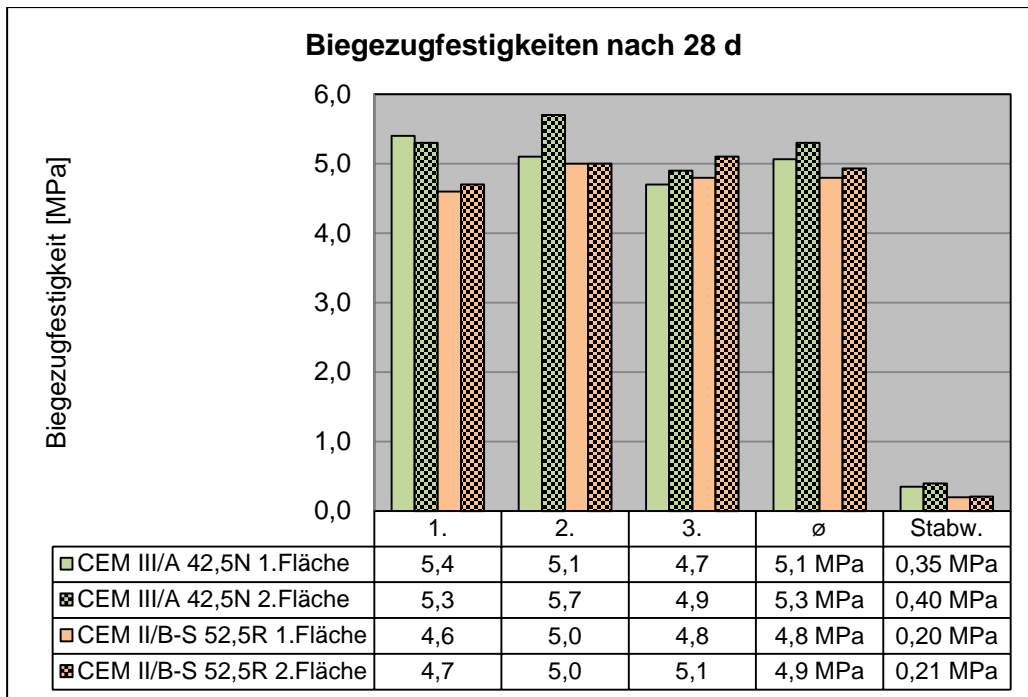


Diagramm 10: Biegezugfestigkeiten (2 Einbauflächen, 2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Gewählter Mindestwert der Biegezugfestigkeit für DBD - Erprobungsstrecke: 4,0 MPa

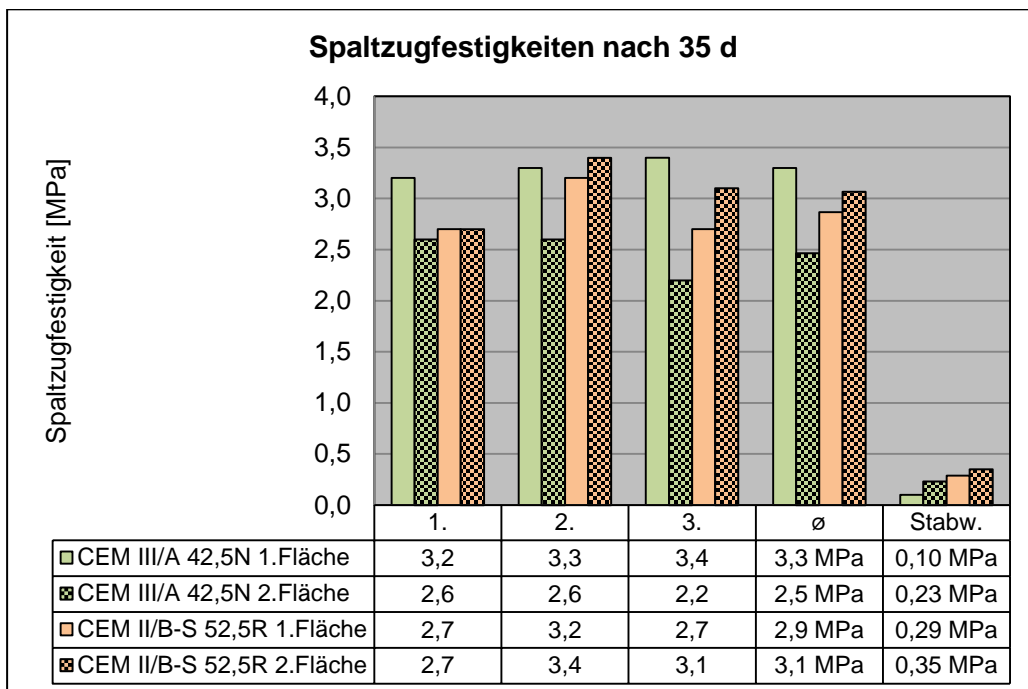


Diagramm 11: Spaltzugfestigkeiten (2 Einbauflächen, 2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Gewählter Mindestwert der Spaltzugfestigkeit für DBD - Erprobungsstrecke: 2,7 MPa

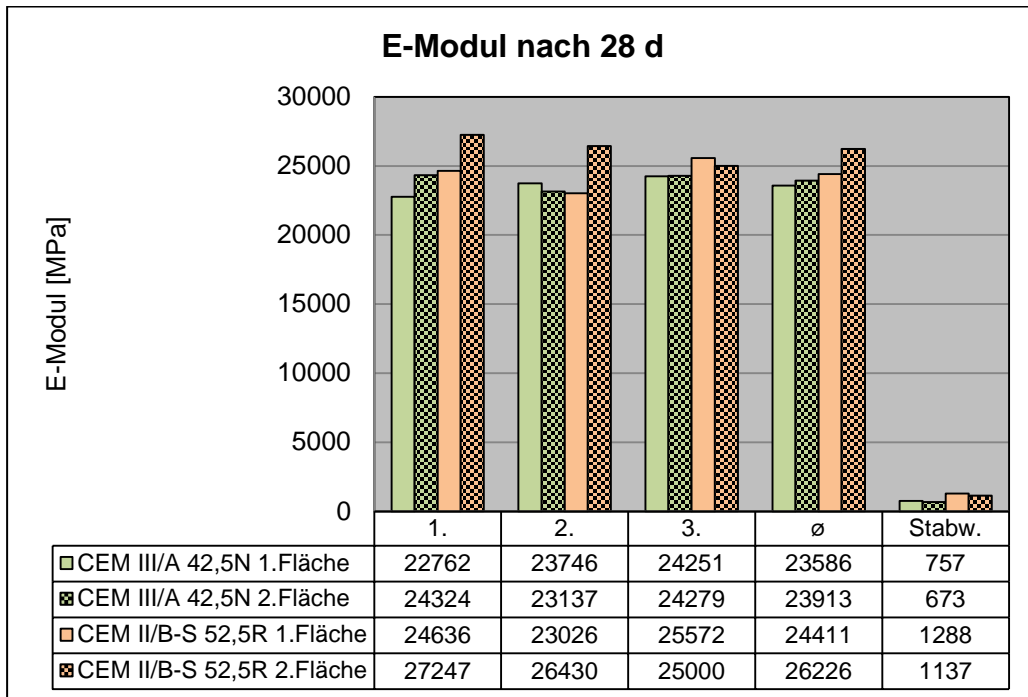


Diagramm 12: E-Modul (2 Einbauf lächen, 2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

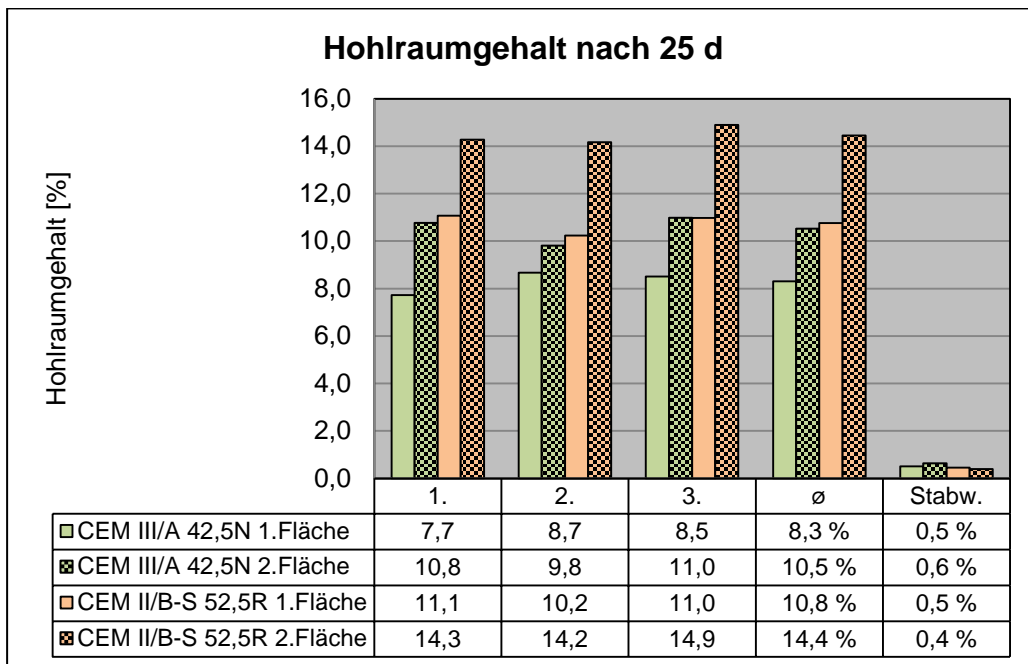


Diagramm 13: Hohlraumgehalt nach 25 d (2 Einbauf lächen, 2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Empfohlener Hohlraumgehalt gem. FGSV-Merkblatt /1/: ≥ 15 Vol.-%

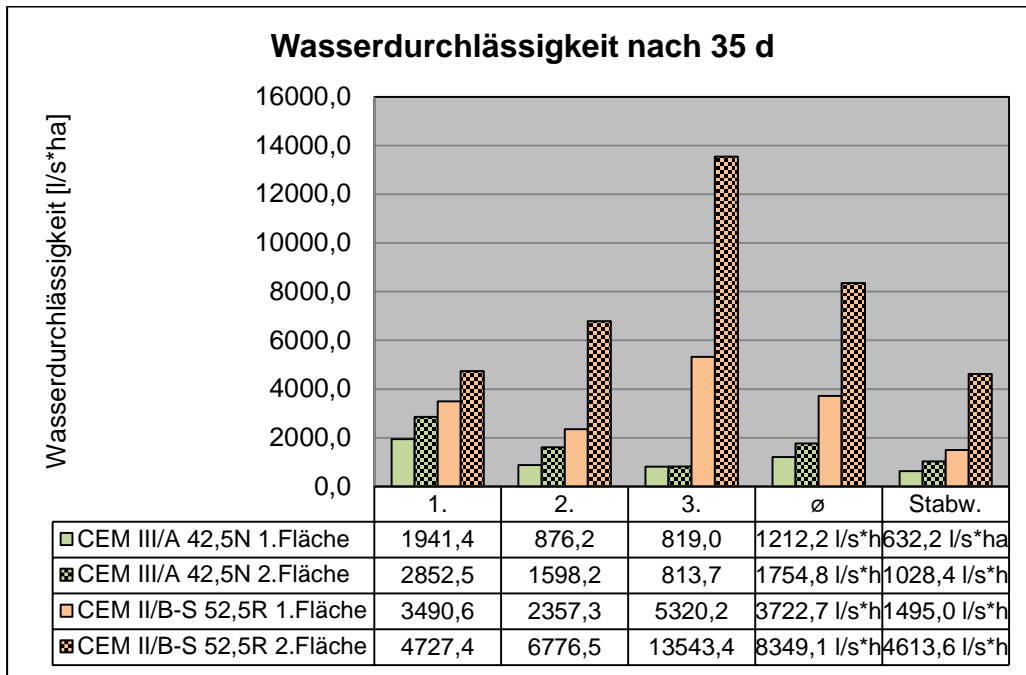


Diagramm 14: Wasserdurchlässigkeit (2 Einbauflächen, 2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

Mindestwert der Wasserdurchlässigkeit gem. FGSV-Merkblatt /1/: $k_f \geq 5 \times 10^{-5}$ m/s

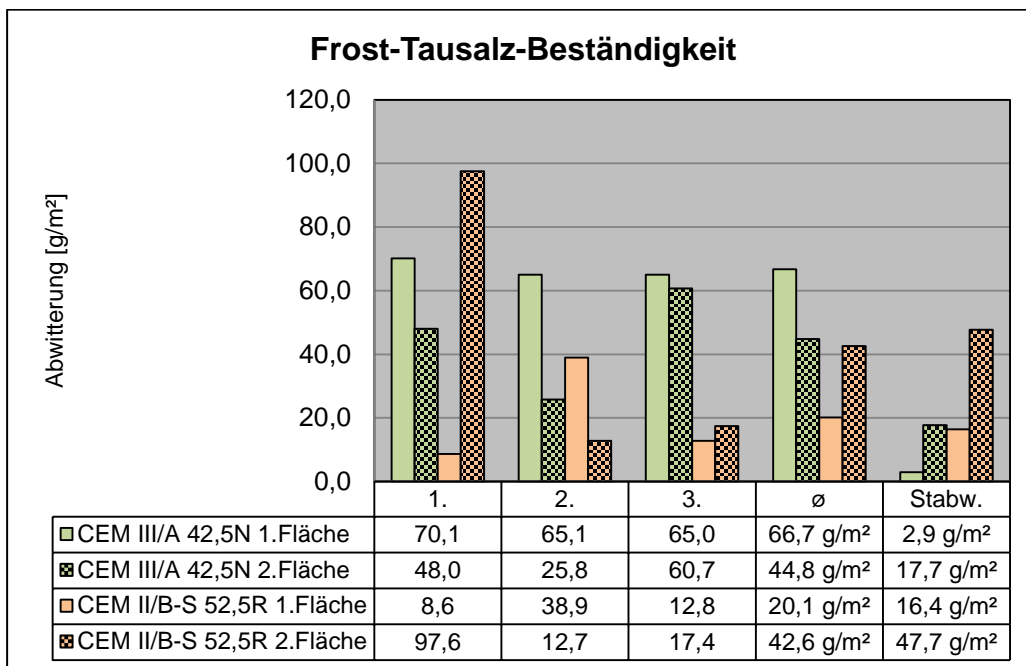


Diagramm 15: Frost-Tausalz-Beständigkeit (2 Einbauflächen, 2 Zementarten; Mittelwerte von je 3 PK)

7. Begutachtung / Langzeittauglichkeit

7.1 Bohrkerne

Ca. 3 Wochen nach Herstellung der Erprobungsstrecke wurden gem. Abbildung 33 an unterschiedlichen Stellen der Straße Bohrkerne entnommen. An diesen Bohrkerne konnten jeweils die Schichtdicke, der Hohlraumgehalt und die Festigkeit bestimmt werden. Die Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.



Abb. 31: Bohrkern CEM III/A 42,5 N



Abb. 32: Bohrkern CEM II/B-S 52,5R

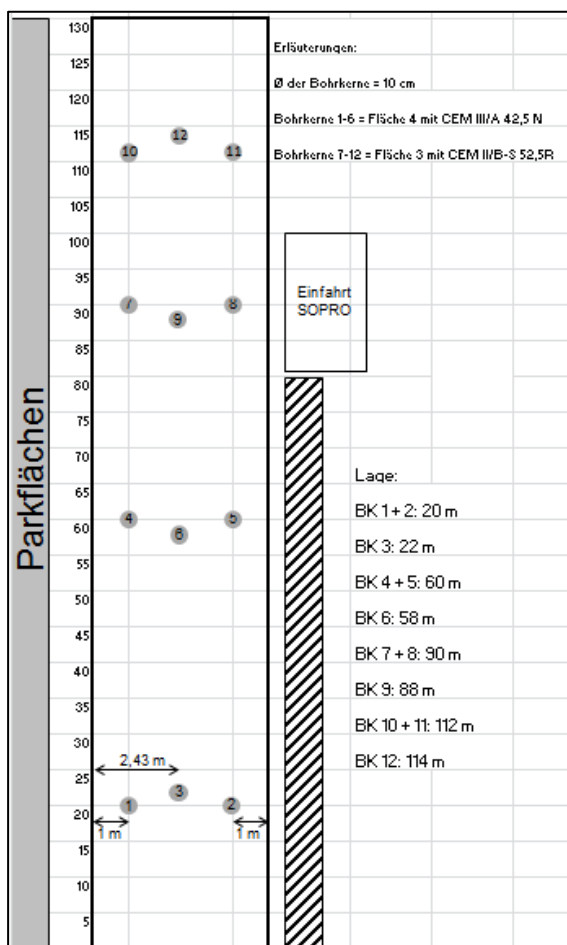


Abb. 33: Lageplan der Bohrkerne (Anlage 1)



Abb. 34: Bohrkernentnahme



Abb. 35: Bohrloch

| Zement | Prüfkörper Nr. | Bohrkern | Rohdichte | Hohlraum gehalt | Druckfestig keit 42 d | Wasserschluck wert k* |
|------------------|-------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | | | [kg/dm³] | [%] | [MPa] | [ml/s] |
| CEM II/B-S 52,5R | 12 | 12 Gesamt | 2144 | 11,4 | | 218 x 10 ⁻⁵ |
| | 11 | 11 Gesamt | 2014 | 21,5 | | 257 x 10 ⁻⁵ |
| | | 11 oben | 2043 | 19,1 | 22,5 | |
| | | 11 unten | 1959 | 24,5 | 15,2 | |
| | 10 | 10 Gesamt | 2035 | 19,7 | | 123 x 10 ⁻⁵ |
| | | 10 oben | 2069 | 18,9 | 22,4 | |
| | | 10 unten | 1994 | 21,8 | 19,5 | |
| | 9 | 9 Gesamt | 1970 | 23,3 | | 46 x 10 ⁻⁵ |
| | | 9 oben | 1919 | 27,7 | 9,4 | |
| | 8 | 8 Gesamt | 2189 | 10,1 | | 35 x 10 ⁻⁵ |
| 8 oben | | 2134 | 10,6 | 28,0 | | |
| 8 unten | | 2053 | 16,0 | 20,2 | | |
| 7 | 7 Gesamt | 2146 | 12,3 | | 58 x 10 ⁻⁵ | |
| CEM III/A 42,5N | 6 | 6 Gesamt | 2116 | 14,3 | | 73 x 10 ⁻⁵ |
| | | 6 oben | 2149 | 10,9 | 25,6 | |
| | | 6 unten | 1902 | 23,3 | 18,5 | |
| | 5 | 5 Gesamt | 2194 | 8,1 | | 101 x 10 ⁻⁵ |
| | | 5 oben | 2129 | 9,9 | 25,3 | |
| | | 5 unten | 2029 | 15,8 | 18,5 | |
| | 4 | 4 Gesamt | 2177 | 9,1 | | 86 x 10 ⁻⁵ |
| | 3 | 3 Gesamt | 2095 | 18,0 | | 123 x 10 ⁻⁵ |
| | | 3 oben | 2113 | 16,0 | 23,9 | |
| | | 3 unten | 2014 | 21,2 | 18,3 | |
| 2 | 2 Gesamt | 2168 | 13,5 | | 59 x 10 ⁻⁵ | |
| 1 | 1 Gesamt | 2167 | 11,0 | | 69 x 10 ⁻⁵ | |

Tab. 2: Ergebnisse der Bohrkernprüfungen

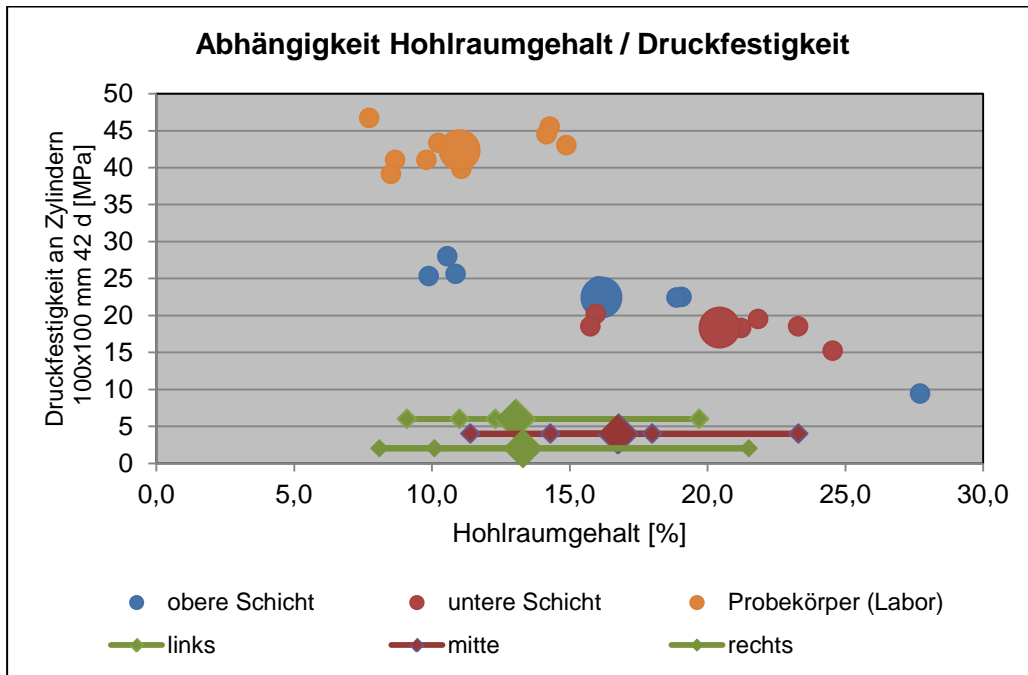


Diagramm 16: Darstellung der Abhängigkeiten des Hohlraumgehaltes zu den Druckfestigkeiten

7.2 Rissdokumentation

Nach einer 14 – tägigen Nachbehandlung mit feuchtem Vlies und Folie wurde die Straße für den normalen Verkehr wieder freigegeben. Vorher wurde die Fläche noch bewässert, um eventuelle Unterschiede der Dichtigkeit zu sehen.



Abb. 36+37: Bewässerung der Straße

Die Straße wird unter dem Gesichtspunkt der Gebrauchseigenschaften und insbesondere der Nutzungsdauer regelmäßig untersucht. Hier liegt das Augenmerk auf der Rissbildung und der Wasserdurchlässigkeit.

Im Mai 2013 wurde auf der Fläche 4 (CEM II/B-S 52,5R) ein durchgehender Riss entdeckt (Station 73,20m).

Beim Einbau am 11.04. wurde der Betoneinbau aufgrund eines technischen Fehlers im Transportbetonwerk unterbrochen. Hinter der entstandenen Arbeitsfuge ist in der Folge ein durchgehender Riss (Station 100,60m) aufgetreten.

Bei erneuter Begehung der Testflächen im August 2013 wurde ein weiterer Riss bei ca. 80m festgestellt. Dieser ist allerdings nicht durchgehend.

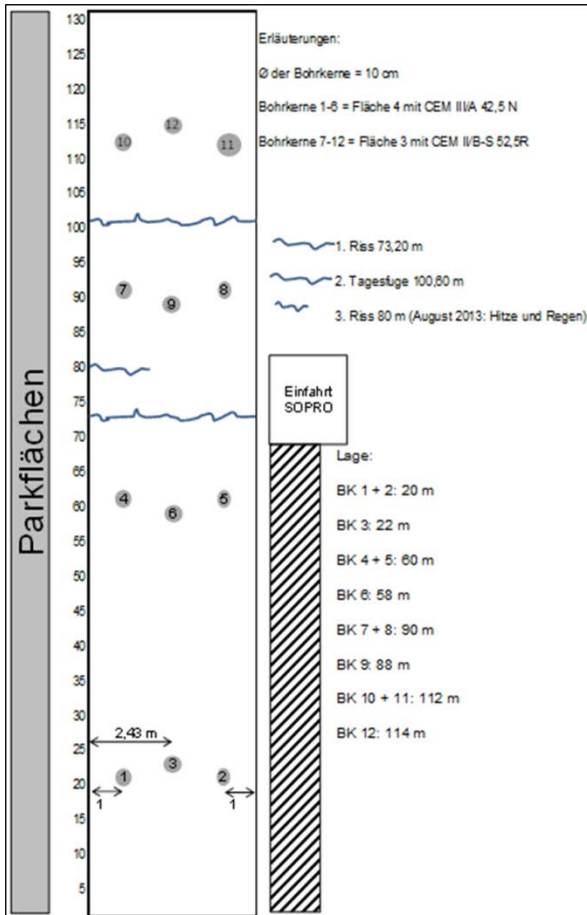


Abb. 38: Rissdokumentation

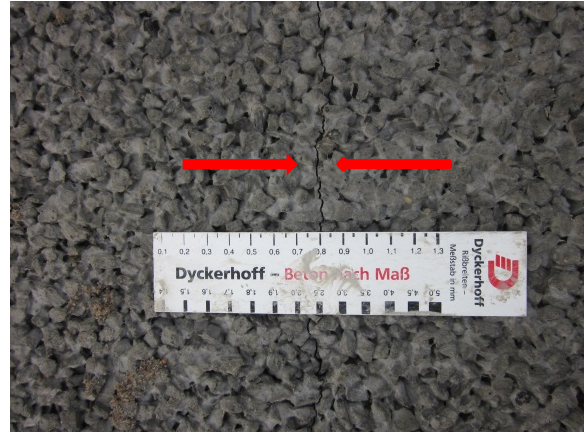


Abb. 39: Riss

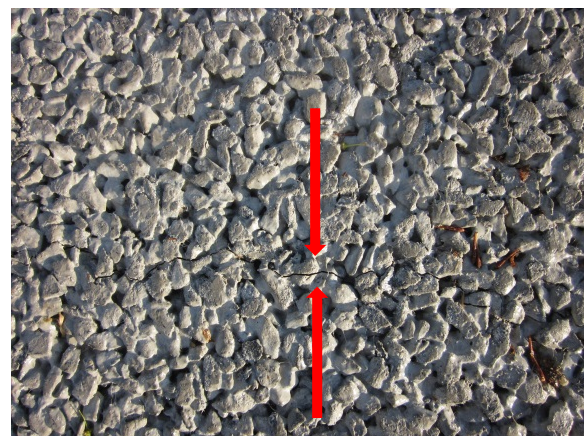


Abb. 40: Riss

8. Dränbeton Handeinbau

8. 1 Handeinbau

Im Rahmen der Erprobungsstrecke wurde auch die Möglichkeit des Handeinbaus getestet. Hierfür wurde ebenfalls eine Rezeptur mit Polymer verwendet und eine Einfahrt am 15.05.2013 betoniert (s. Abb. 41 bis 43). Der Beton war von der Konsistenz her steifer als beim Einbau mit Straßenfertiger. Das gemessene Verdichtungsmaß im Transportbetonwerk lag bei 1,28. Der Beton wurde einschichtig eingebaut und mit Hilfe einer Walze verdichtet. Die Fläche wurde zur Nachbehandlung 14 Tage mit einer Folie abgedeckt.

Insgesamt waren sowohl die Einbautechnologie und die Nachbehandlung für diesen Dränbeton offensichtlich unzureichend, denn nach nur 2 Monaten wurden auf der Fläche (ca. 36,2 m²) schon rund 6,5 kg nicht eingebundener Splitt entfernt und gewogen.



Abb. 41: Betonlieferung



Abb. 42: Einbau



Abb. 43: Walze

8. 2 Sanierungsmöglichkeit

Im Mai 2011 wurden die Parkflächen vor dem WDI mit Dränbeton ohne Polymer betoniert. Der Beton war für den Handeinbau zu steif und stellenweise auch schon zu alt (Abbildungen 44 und 45). Diese Flächen wurden genutzt, um Möglichkeiten der Sanierung aufzuzeigen. Hierfür wurden an zwei Stellen ca. 1 m breite Streifen herausgesägt und per Handeinbau mit Dränbeton mit Polymer saniert (Abb. 46 bis 49).

Die Arbeiten waren insgesamt gut durchführbar, auch das Ergebnis ist zufriedenstellend. Eine manuelle Reparatur von Dränbetonflächen erscheint somit mit überschaubarem Aufwand einfach und zielführend durchführbar.



Abb. 44: Rissbildung Parkplatz



Abb. 45: Schadensbild



Abb. 46: Steinsäge



Abb. 47: Sanierung



Abb. 48: Beton vor dem Verdichten



Abb. 49: Beton nach dem Verdichten

9. Fazit und Ausblick

Im April 2013 wurde der 2. Teil des FTB-Projektes "*Langzeituntersuchung von Verkehrsflächen aus Dränbeton*" mit der Erprobungsstrecke aus Dränbeton auf dem Gelände der Dyckerhoff GmbH in Wiesbaden realisiert. Ausgeführt wurden auf Grundlage des entsprechenden FGSV-Merkblattes (Tabelle 6.3) /1/ bzw. der zugrunde liegenden Erstprüfung Dränbetonzusammensetzungen mit 2 verschiedenen Zementarten, Polymer, Fasern und Zusatzmittel in einer Schichtdicke von 23 cm auf einer Unterlage aus einer ungebundenen Tragschicht. Insbesondere kam der Wahl des optimalen Fließmittels besondere Bedeutung zu. Im Rahmen der Erstprüfung, der baubegleitenden Prüfungen und der turnusmäßig an der eingebauten Schicht durchgeführten Prüfungen konnten die gewünschten Eigenschaften an die Materialbeschaffenheit wie auch an die hergestellte Schicht aus Dränbeton i.d.R. nachgewiesen werden.

Insbesondere wurde bisher jederzeit eine hohe Versickerungsfähigkeit der DBD festgestellt.

An den entnommenen Bohrkernen wurden relativ hohe Schwankungen hinsichtlich des freizugänglichen Hohlraumgehaltes über die Schichtdicke und –breite ermittelt (Tab. 2). Dies deutet auf einen Optimierungsbedarf für die Einbaukonsistenz und –technik hin.

Der Einbau der fugenlos hergestellten Schicht mit einem modifizierten Straßenfertiger und geschultem Personal war insgesamt jedoch erfolgreich. Der Transport des Dränbetonmaterials kann hierbei sowohl in Transportbetonmischern wie auch mit herkömmlichen Lkw erfolgen. Stillstandzeiten der Einbaukolonne sind i.d.R. auszuschließen. Auf eine rechtzeitige und sorgfältige Nachbehandlung bzw. Abdeckung der hergestellten Schicht ist zu achten.

Rissbildungen und Materialverluste der DBD sind bis heute unauffällig.

Eine manuelle Sanierung schadhafter Stellen ist möglich.

Die Erprobungsstrecke wird weiterhin regelmäßig beobachtet und insbesondere hinsichtlich ihrer Wasserdurchlässigkeit überprüft. Eine Langzeitprognose sollte erst ca. 5 Jahre nach der Herstellung erfolgen. Hieraus sind dann weitergehende Empfehlungen bzgl. Materialeigenschaften und Schichtdicken sowie Einbaubedingungen abzuleiten.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten in z.B. höheren Belastungsklassen können auf Grundlage zukünftiger, weiterführender Erkenntnisse aufgezeigt werden.

Darmstadt, 21.03.2015

(Prof. Dr.-Ing. Udo Hinterwäller)

Literatur:

/1/ M VV – Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen
[FGSV 947], Ausgabe 2013 (R2)

/2/ RStO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
[FGSV 499], Ausgabe 2012

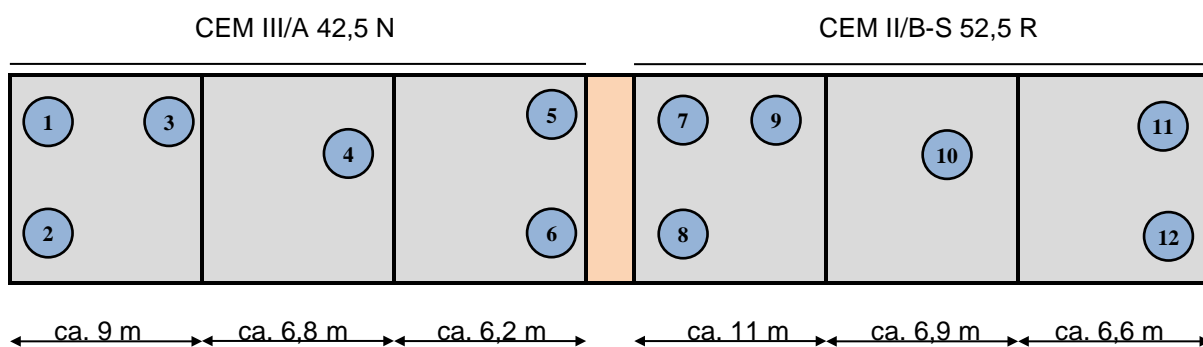
Anlage 1

Wasserdurchlässigkeitsprüfungen an den Parkflächen und der Fabrikstraße

Im Folgenden sind die diesbezüglichen Messwerte wiedergegeben.

1. Parkflächen

Skizze

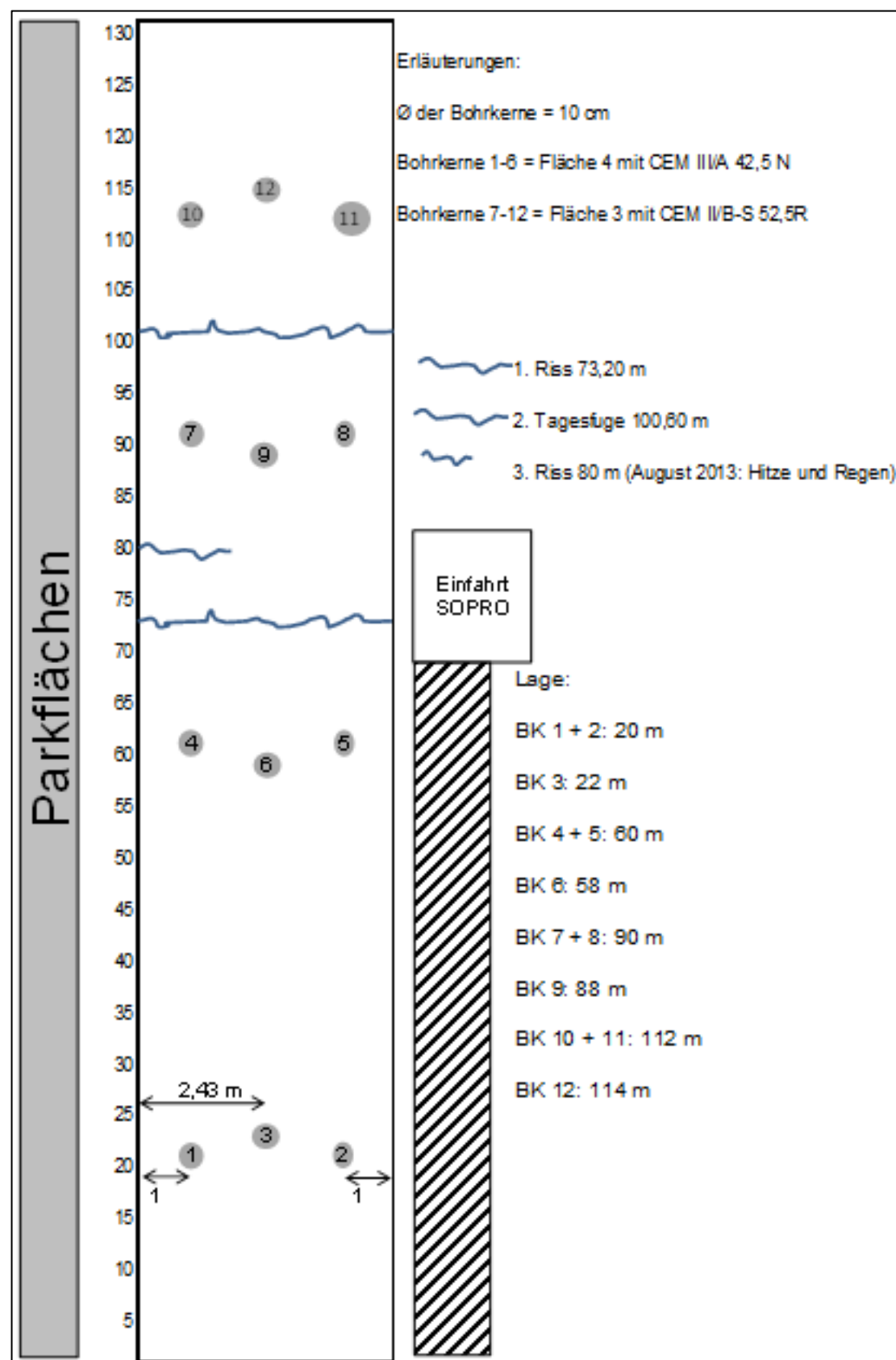


Messwerte (Stand: Mai 2014)

| Bezeichnung | Wasserschluckwert k* [m/s] | | | | |
|-------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 08.07.2011 | 28.10.2011 | 28.10.2012 | 24.06.2013 | 12.05.2014 |
| 1 | | | | 472 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ |
| 2 | | | | 283 x 10 ⁻⁵ | 257 x 10 ⁻⁵ |
| 3 | 708 x 10 ⁻⁵ | 708 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ | 566 x 10 ⁻⁵ | 354 x 10 ⁻⁵ |
| 4 | 566 x 10 ⁻⁵ | 404 x 10 ⁻⁵ | 566 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ | 202 x 10 ⁻⁵ |
| 5 | 944 x 10 ⁻⁵ | 708 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ | 202 x 10 ⁻⁵ |
| 6 | | | | 218 x 10 ⁻⁵ | 404 x 10 ⁻⁵ |
| 7 | 404 x 10 ⁻⁵ | 315 x 10 ⁻⁵ | 167 x 10 ⁻⁵ | 257 x 10 ⁻⁵ | 218 x 10 ⁻⁵ |
| 8 | | | | 189 x 10 ⁻⁵ | 167 x 10 ⁻⁵ |
| 9 | | | | 157 x 10 ⁻⁵ | 189 x 10 ⁻⁵ |
| 10 | 708 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ | 566 x 10 ⁻⁵ |
| 11 | 708 x 10 ⁻⁵ | 354 x 10 ⁻⁵ | 354 x 10 ⁻⁵ | 404 x 10 ⁻⁵ | 472 x 10 ⁻⁵ |
| 12 | | | | 354 x 10 ⁻⁵ | 283 x 10 ⁻⁵ |

2. Erprobungsstrecke

Skizze



Messwerte (Stand: Mai 2014)

| Bezeichnung | Wasserschluckwert k* | | | | |
|-------------|----------------------|----------------------|----------|----------|----------|
| | [m/s] | | | | |
| | 08.05.2013 | 12.05.2014 | Mai 2015 | Mai 2016 | Mai 2017 |
| 1 | 69×10^{-5} | 81×10^{-5} | | | |
| 2 | 59×10^{-5} | 67×10^{-5} | | | |
| 3 | 123×10^{-5} | 113×10^{-5} | | | |
| 4 | 86×10^{-5} | 57×10^{-5} | | | |
| 5 | 101×10^{-5} | 94×10^{-5} | | | |
| 6 | 73×10^{-5} | 142×10^{-5} | | | |
| 7 | 58×10^{-5} | 69×10^{-5} | | | |
| 8 | 35×10^{-5} | 113×10^{-5} | | | |
| 9 | 46×10^{-5} | 142×10^{-5} | | | |
| 10 | 123×10^{-5} | 81×10^{-5} | | | |
| 11 | 257×10^{-5} | 189×10^{-5} | | | |
| 12 | 218×10^{-5} | 63×10^{-5} | | | |

Anlage 2

Ergebnisse Konsistenzprüfung Erprobungsstrecke (TB-Werk und Baustelle WDI)

| Datum | Zement | Fahrzeug | TB-Werk | | | | WDI | | | |
|------------|------------------|----------|----------------|---------|--------------------------|-----------------|--------------------------|------------|-------------|-----------------|
| | | | Fahrzeugnummer | Uhrzeit | Temperatur | Verdichtungsmaß | Uhrzeit | Temperatur | Ausbreitmaß | Verdichtungsmaß |
| 09.04.2013 | CEM III/A 42,5N | 1 | SLS MT 320 | 10:45 | 12,4 °C | 1,16 | 11:28 | 12,7 °C | 340 mm | 1,32 |
| | | | | 11:05 | 13,3 °C | 1,19 | 11:54 | 14,8 °C | 340 mm | 1,46 |
| | | 2 | SLS MT 320 | 13:40 | 15,4 °C | 1,09 | 14:08 | 15,2 °C | 375 mm | 1,20 |
| | | | | | | | 14:45 | 15,5 °C | 375 mm | 1,21 |
| 10.04.2013 | | 3 | SLS MT 133 | 07:40 | 14,2 °C | 1,18 | 08:00 | 13,7 °C | 355 mm | 1,24 |
| | | 4 | LM SB 933 | 08:00 | 12,8 °C | 1,14 | keine Frischbetonprüfung | | | |
| | | 5 | SLS MT 134 | 08:20 | 15,3 °C | 1,12 | 08:42 | 15,3 °C | 430 mm | 1,20 |
| | | | | | | | 09:45 | 18,1 °C | 365 mm | 1,28 |
| | | 6 | LM SB 941 | 08:50 | 15,0 °C | 1,13 | 09:55 | 15,4 °C | 425 mm | 1,20 |
| | | 7 | LM AW 337 | 09:30 | 15,6 °C | 1,20 | 10:10 | 15,5 °C | 345 mm | 1,17 |
| | | 8 | SLS MT 133 | 09:45 | 15,0 °C | 1,13 | 10:20 | 17,7 °C | 360 mm | 1,2 |
| | | 9 | LM SB 933 | 10:10 | 14,5 °C | 1,21 | 10:35 | 15,0 °C | 380 mm | 1,17 |
| | | 10 | LM SB 934 | 10:30 | 15,3 °C | 1,11 | 11:05 | 14,3 °C | 370 mm | 1,19 |
| | | 11 | SLS MT 134 | 10:55 | 17,0 °C | 1,11 | 11:15 | 16,8 °C | 375 mm | 1,20 |
| | | 12 | LM SB 941 | 11:15 | 13,2 °C | 1,13 | 11:55 | 13,4 °C | 350 mm | 1,21 |
| 13 | LM AW 337 | 11:35 | 13,2 °C | 1,13 | 12:35 | 13,4 °C | 390 mm | 1,16 | | |
| 14 | SLS MT 133 | 12:00 | 16,2 °C | 1,17 | 12:40 | 17,0 °C | 355 mm | 1,27 | | |
| 15 | LM SB 933 | 12:15 | 13,2 °C | 1,11 | keine Frischbetonprüfung | | | | | |
| 10.04.2013 | CEM II/B-S 52,5R | 16 | LM SB 934 | 13:20 | 12,8 °C | 1,11 | 14:00 | 12,2 °C | 405 mm | 1,17 |
| | | 17 | LM SB 941 | 13:45 | 12,8 °C | 1,13 | 14:35 | 12,6 °C | 375 mm | 1,17 |
| | | 18 | LM AW 337 | 14:05 | 12,3 °C | 1,22 | 14:47 | 12,9 °C | 390 mm | 1,20 |
| | | 19 | LM SB 933 | 14:20 | 12,9 °C | 1,13 | 15:20 | 13,5 °C | 385 mm | 1,17 |
| | | 20 | LM SB 934 | 15:40 | 13,4 °C | 1,14 | 16:00 | 13,2 °C | 385 mm | 1,22 |
| 11.04.2013 | CEM II/B-S 52,5R | 21 | SLS MT 133 | 07:55 | 15,7 °C | 1,15 | 08:15 | 15,2 °C | 360 mm | 1,20 |
| | | 22 | LM AW 337 | 08:25 | 13,6 °C | 1,20 | 09:05 | 13,6 °C | 355 mm | 1,26 |
| | | 23 | LM SB 933 | 10:55 | 13,2 °C | 1,17 | 11:20 | 14,2 °C | 380 mm | 1,20 |
| | | 24 | LM SB 946 | 11:30 | 14,1 °C | 1,15 | 11:55 | 14,8 °C | 365 mm | 1,19 |
| | | 25 | LM SB 944 | 11:55 | 13,7 °C | 1,14 | 12:10 | 15,4 °C | 365 mm | 1,21 |
| | | 26 | LM AW 337 | 12:20 | 13,8 °C | 1,17 | 12:45 | 15,0 °C | 350 mm | 1,21 |
| | | 27 | LM SB 933 | 12:40 | 14,5 °C | 1,19 | 13:10 | 17,2 °C | 370 mm | 1,20 |